

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-291725  
(P2000-291725A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 1 6 F 15/02

識別記号

F I  
F 1 6 F 15/02

データベース\* (参考)  
C 3 J 0 4 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-102012

(22) 出願日 平成11年4月9日 (1999. 4. 9)

(71) 出願人 000224994

特許機器株式会社

兵庫県尼崎市南初島町10番地133

(72) 発明者 安田 正志

兵庫県尼崎市南初島町10番地133 特許機器株式会社内

(72) 発明者 民部 庄平

兵庫県尼崎市南初島町10番地133 特許機器株式会社内

(74) 代理人 100104226

弁理士 須原 誠 (外1名)

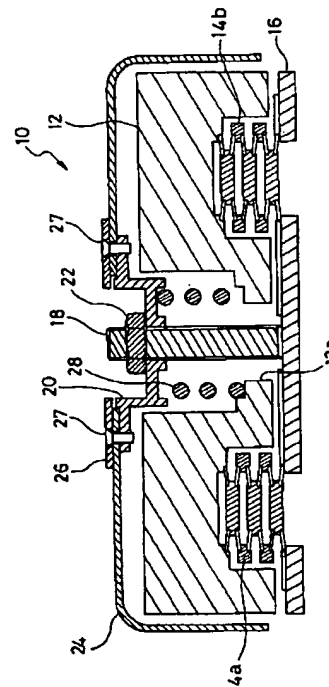
Fターム(参考) 3J048 AA01 AD07 BC02 BC05 BF04  
BF05 CB22

(54) 【発明の名称】 同調型制振装置

(57) 【要約】

【課題】 TMD制振装置において、制振質量体の振動周波数を簡単に調節できるようにする。

【解決手段】 制振質量体12を、非線形ばねであるさらばね14a~14dと、これよりも弾性係数が実質的に小さいコイルばね28とで上下方向に振動可能に支持し、ナット22を回動させることでさらばね14a~14dおよびコイルばね28の変位量を調整できるようにした。コイルばね28を大幅に変位させてもさらばね14a~14dは僅かに変位するだけであり、コイルばね28の変位量に対する制振質量体12の振動周波数の変化率が緩やかであり、制振質量体12の振動周波数をより短時間で高精度に調節することができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 制振質量体と、

前記制振質量体を一方向に振動可能に支持しており、非線形特性を有する第1の弾性部材と、

前記第1の弾性部材よりも弾性係数が実質的に小さく、且つ、前記第1の弾性部材と同じ方向に弾性変形可能に配置されて前記第1の弾性部材とともに前記制振質量体を前記一方向に振動可能に支持する第2の弾性部材と、前記制振質量体の振動方向における前記第2の弾性部材の変位量を調整するための調整手段とを備えていることを特徴とする同調型制振装置。

【請求項2】 前記制振質量体に対して前記第1の弾性部材と並列に接続されており、前記制振質量体の振動を減衰させる減衰手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1に記載の同調型制振装置。

【請求項3】 前記調整手段を駆動するための駆動手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1または2に記載の同調型制振装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の同調型制振装置が、その制振質量体が互いに独立して振動可能に複数段上下に積み重ねられていることを特徴とする同調型制振装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、構造物の振動またはこれによって発生する固体音を抑制するために用いられる同調型制振装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】トランスの運転中には、電源周波数の2倍の周波数で鉄心が振動する。そして、この振動が周囲の空気を震わせることにより固体音といわれる騒音が発生する。例えば電源周波数が60Hzの場合、トランスの運転により120Hzの固体音が発生するほか、その高調波として240Hz、360Hzなどの固体音が発生する。

【0003】トランスなどの構造物の振動およびこれに起因する固体音は通常の除振装置だけでは十分に抑制することが難しいため、除振装置とともに、TMD (Tuned Mass Damper) と称される質量体を用いた制振装置が併用される。この種の制振装置においては、固体音が発生させる構造物の振動周波数と同じ周波数に質量体の振動周波数を調整してやることにより、構造物の振動をこれと逆位相で共振する質量体により相殺するようにしている。これにより、構造物の振動およびこれに起因する固体音を低減することが可能である。

【0004】かかるTMDを用いた制振装置として、マスバランスタイプといわれるものが知られている。マスバランスタイプの制振装置は、水平に支持された支軸の左右に2つの同じ制振質量体が挿入されたものであり、2つの制振質量体の位置を調整することにより、その振

動周波数が調節可能になっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のマスバランスタイプの制振装置においては、左右2つの制振質量体の支軸中心からの位置をきわめて高い精度で同じになるように調節する必要がある。このような調節は人間の手で行われるものであって高精度に行うことが非常に難しく、調整に時間がかかるという問題がある。

【0006】そこで、本発明の目的は、制振質量体の振動周波数を簡単に調節することが可能な同調型制振装置を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の制振装置は、制振質量体と、前記制振質量体を一方向に振動可能に支持しており、非線形特性を有する第1の弾性部材と、前記第1の弾性部材よりも弾性係数が実質的に小さく、且つ、前記第1の弾性部材と同じ方向に弾性変形可能に配置されて前記第1の弾性部材とともに前記制振質量体を前記一方向に振動可能に支持する第2の弾性部材と、前記制振質量体の振動方向における前記第2の弾性部材の変位量を調整するための調整手段とを備えている。

【0008】請求項1によると、第2の弾性部材が第1の弾性部材と同じ方向に弾性変形可能なように配置されているために、調整手段によって第2の弾性部材を変位させることによって第1の弾性部材の変位量を調整することができる。そのために、非線形特性を有する第1の弾性部材の弾性係数が変更され、これによって、制振質量体の振動周波数を制御することができる。また、この際、第2の弾性部材の弾性係数が第1の弾性部材よりも実質的に小さいために、調整手段によって第2の弾性部材を大幅に変位させても第1の弾性部材は僅かに変位するだけであり、第2の弾性部材の変位量に対する制振質量体の振動周波数の変化率を緩やかにすることができる。すなわち、実際の調整変位幅に対する制振質量体の振動周波数の変化を小さく抑制することができるので、制振質量体の振動周波数をより短時間で高精度に調節することができるようになる。

【0009】なお、ここで「実質的に小さい」とは、非線形特性を有しているために第1の弾性部材の弾性係数の値が変位量に応じて変動するものの、実用に供されるほとんどの変位量領域において第2の弾性部材のほうが第1の弾性部材よりも弾性係数が小さいことをいうものとする。また、第2の弾性部材は線形特性を有していてもよいし、非線形特性を有していてもよい。

【0010】また、請求項2の制振装置は、前記制振質量体に対して前記第1の弾性部材と並列に接続されており、前記制振質量体の振動を減衰させる減衰手段をさらに備えている。

【0011】請求項2によると、制振質量体に対して第

1の弾性部材と並列に接続されており、制振質量体の振動を減衰させる減衰手段をさらに備えているために、最適同調型として制振対象が共振状態にあるときに用いるのに適した同調型制振装置が得られる。

【0012】また、請求項3の制振装置は、前記調整手段を駆動するための駆動手段をさらに備えている。

【0013】請求項3によると、調整手段を駆動するための駆動手段をさらに備えているので、制振対象の振動周波数変化に追従して第1の弾性部材の変位量を調整可能であるので、制振対象の振動周波数が変化した場合であって10 もその振動を自動的に低減することができる。

【0014】また、請求項4の制振装置は、請求項1～3のいずれか1項に記載の同調型制振装置が、その制振質量体が互いに独立して振動可能に複数段上下に積み重ねられている。

【0015】請求項4によると、制振質量体が互いに独立して振動可能に複数の同調型制振装置が上下に積み重ねられていることにより、各装置の同調周波数を制振対象の振動の基本周波数および高調波にそれぞれ同調させておくことで、小さな設置面積により制振対象の基本周波数だけでなく高調波をも低減することができる。20

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

【0017】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る同調型制振装置の概略的な平面図である。図2は、図1のII-II線における断面図である。これらの図に示されているように、本実施の形態の同調型制振装置10は、略ドーナツ型の制振質量体12と、制振質量体12の底面に設けられた凹部にそれぞれ嵌装されてその一端側が30 制振質量体12に接続された4つのさらばね14a～14dとを有している。さらばね14a～14dは鉛直方向、すなわち図2における上下方向に弾性変形可能な非線形ばねである。制振質量体12の内周下端部12aは内側に突出しており、この内周下端部12aにおいて線形特性を有するコイルばね28の一端側が支持されている。なお、図1において、制振質量体12は、破線L1とL2とに挟まれた領域に存在している。

【0018】さらばね14a～14dの他端側は、さらばね14a～14dと対向する個所に開口部をそれぞれ40 有する円盤形状の基盤16に支持されている。基盤16の中央からは、雄ねじが形成された支柱18が直立して設けられている。支柱18には、下方からそれぞれ、ばね押さえ材20およびナット22が螺合されている。ばね押さえ材20はその外側縁部の数カ所において、ねじ27によりカバー材24および上板26と螺合接続されている。カバー材24は、制振質量体12の表面から所定距離だけ離隔してその上面および側面に沿ってこれらを覆うような形状を有している。

【0019】ばね押さえ材20と制振質量体12の内周50

下端部12aとの間には、支柱18に挿入されて鉛直方向に弾性変形するコイルばね28が介在しており、このコイルばね28はばね押さえ材20を上方に付勢している。従って、ナット22を回転させることにより、押さえ材20を上下方向に移動させることができ、これに伴って、コイルばね28の長さまたは変位量（自然長からの変位長さ）を制御することができるだけでなく、コイルばね28および制振質量体12を介してばね押さえ材20からの力が作用するさらばね14a～14dの長さまたは変位量をも制御することができる。

【0020】このように制振質量体12は、4つのさらばね14a～14dとコイルばね28とに挟まれた状態で、鉛直方向、すなわち図2における上下方向に振動可能である。そして、その振動周波数は、さらばね14a～14dの変位量によって決定される。なぜなら、非線形ばねであるさらばね14a～14dの変位量が変わることで、その弾性係数が変化するからである。

【0021】図3は、さらばね14a～14d（4つのばねを1つの合成ばねとして見た場合）およびコイルばね28の変位量と弾性力との関係をそれぞれ示すグラフである。図3において、曲線Aはさらばね14a～14dの弾性特性を表しており、直線Bはコイルばね28の弾性特性を表している。変位量変化に対する弾性力の変化割合（曲線の傾き）である弾性係数は、曲線Aでは変位量の増加とともに徐々に小さくなるが、図示された領域では直線Bよりも大きくなっている。つまり、図示された領域内ではどの部分であっても曲線Aの傾きが直線Bの傾きよりも大きくなっている（コイルばね28の弾性係数がさらばね14a～14dの弾性係数よりも小さくなっている）。30

【0022】本実施の形態では、このようにコイルばね28の弾性係数がさらばね14a～14dの弾性係数よりも小さくなっているため、ナット22を大きな角度回転させてコイルばね28を大幅に変位させても、さらばね14a～14dは僅かに変位するだけである。従って、ナット22の回転角度に対する振動周波数の変化が緩やかになるので、制振質量体12の振動周波数を所定の周波数に調整するのが容易であり、短時間で高精度の調整が可能となる。従って、本実施の形態の制振装置10によると、構造物の振動およびこれに起因する固体音をより確実に低減することができるようになる。

【0023】また、制振質量体12の振動において、制振力すなわち加速度を一定として、制振質量体12の振幅と振動周波数の2乗とは反比例関係にあるから、制振質量体12の振動周波数が大きくなるほど、制振質量体12の振幅は小さくなることになる。つまり、本実施の形態の制振装置10は、制振質量体12が高い振動周波数で振動する場合に用いるのに適している。

【0024】本実施の形態では、コイルばね28は線形弾性特性を有するものとしたが、非線形特性を有するも

のであってもよい。この場合、制振質量体12の振動周波数は、コイルばね28の弾性係数とさらばね14a～14dの弾性係数との両方によって制御されることになる。

【0025】また、本実施の形態では、非線形特性を有する弾性部材としてさらばね14a～14dを用いたが、たけのこばね、円錐ばねなどの他の非線形ばねを含む、非線形特性を有する公知の弾性部材を用いることも可能である。

【0026】次に、本発明の第2の実施の形態について10 説明する。図4は、本実施の形態に係る同調型制振装置の断面図である。図4に示された制振装置40は、カバー材24と制振質量体12との間にこれらの両方に圧接したシリコンゲル42が介在しているという点を除いて、図1および図2に示した第1の実施の形態のものと同様に構成されている。シリコンゲル42は、カバー材24と制振質量体12との間の全周にわたって設けられていてもよいし、その一部分にだけ設けられていてもよい。

【0027】本実施の形態において、シリコンゲル42 20 は、非線形特性を有する弾性部材としてだけでなく、制振質量体12の振動を減衰させる減衰手段としても機能する。そのため、制振装置40は減衰を付加しながら振動を低減する最適同調型となり、制振対象が共振状態にあるときに用いるのに適したものとなる。なお、第1の実施の形態の制振装置10は、実質的に減衰手段を有しない反共振型である。

【0028】また、本実施の形態の変形例として、シリコンゲル42の制振質量体12への押しつけ力を変更する機構をさらに設けるようにしてもよい。このようにする30 ことにより、シリコンゲル42が有する弾性係数および減衰定数を同時に制御することが可能である。例えば、制振質量体12の振動に関してある弾性係数（または振動周波数）および減衰定数を実現しようとした場合、まずシリコンゲル42の押しつけ力を制御して減衰定数を定めるとともにシリコンゲル42部分での弾性係数を定め、次に、シリコンゲル42とさらばね14a～14dとの合成弾性係数が所定の値になるように、ナット22を回転させてさらばね14a～14dの弾性係数を定め、制振質量体12が所望の振動周波数で振動する40 ようにすればよい。

【0029】なお、本実施の形態では弾性部材でもあり減衰手段でもあるシリコンゲル42を用いたが、弾性部材としての性質をほとんど有さず実質的に減衰手段としてのみ機能するシリコンオイルなどの弾性がより小さい材料を用いることもできる。

【0030】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。図5は、本実施の形態に係る同調型制振装置の断面図である。図5に示された制振装置12は、図1および図2で説明した第1の実施の形態と同様の2つの50

制振装置10a、10bが上下に積み重ねられたものである。そして、2つの制振装置10a、10bは、接続部材51を介して互いに接続されている。つまり、接続部材51は、その中央の凹部において制振装置10bの支柱18に螺合されることでこれに接続されており、凹部の外側に設けられたフランジ部において制振装置10aの基盤16と接続されている。

【0031】このように構成されることで、2つの制振装置10a、10bの制振質量体12は互いに独立して振動することが可能となっている。つまり、下側の制振装置10bの基盤16、支柱18および接続部材51を介して上側の制振装置10aにも外部の制振対象の振動が伝えられるので、下側の制振装置10bの制振質量体12が外部の制振対象の振動周波数に合わせて振動可能であるばかりでなく、上側の制振装置10aの制振質量体12も外部の制振対象の振動周波数に合わせて振動可能である。

【0032】従って、制振装置10bの同調周波数を制振対象の振動の基本周波数（または第2高調波の周波数）に調整しておくとともに、制振装置10aの同調周波数を制振対象の振動の第2高調波の周波数（または基本周波数）にそれぞれ調整しておくことにより、1つの制振装置10a、10bの設置面積により制振対象の基本周波数だけでなくその高調波をも低減することができる。例えば、トランスに起因した固体音を抑制するには、1つの制振装置の振動周波数を120Hzとし、もう1つの制振装置の振動周波数を240Hzにすればよい。なお、制振装置10を3つ以上積み重ねるようにして、それぞれを別の高調波に同調させるようにしてもよい。また、最適同調型とする場合には、第2の実施の形態と同様に、各制振装置10a、10bのカバー材24と制振質量体12との間にシリコンゲル42などの減衰手段を介在させればよい。

【0033】次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。図6は、本実施の形態の同調型制振装置を含む制振システムの概略的な模式図である。図6に示された制振装置50は、第1の実施の形態の制振装置10にさらにアクチュエータ52を備えたものである。アクチュエータ52は、詳しい図示は省略するが制振装置10のナット22に取り付けられており、ナット22を回転させることができるようになっている。

【0034】アクチュエータ52には、振動センサ56、57と接続された制御装置54が接続されている。振動センサ56は、図示しない制振対象またはその近傍に配置されて制振対象の振動を検知し、振動センサ57は、制振質量体12またはその近傍に配置されて制振質量体の振動を検知するものである。振動センサ56で検知された制振対象および制振質量体12の検出振動は制御装置54に送られる。制御装置54は、制振対象および制振質量体12の検出振動の相互相関関数がゼロにな

るようにアクチュエータ52を駆動する命令を出す。アクチュエータ52はこの命令を受けて、ナット22を所定位置まで回転させる。

【0035】このように、本実施の形態の制振装置50は振動センサ56、57および制御装置54に接続されているとともに、ナット22を回転駆動することが可能なアクチュエータ52を備えているので、制振対象の振動周波数が変化する場合であっても、それに追従してナット22を回転させて制振質量体12の振動周波数を変更することができる。従って、制振対象の振動周波数が変化しても、その振動を自動的に低減することが可能である。

【0036】本実施の形態において、アクチュエータ52としては、例えばステッピングモータや圧電素子を用いたアクチュエータなどを用いることができる。また、第3の実施の形態のように制振装置を上下に2つ積み重ねる場合にも本実施の形態は適用可能であり、このようなときには制御装置54で上下の制振装置に適したナットの回転量をそれぞれ演算してそれぞれのアクチュエータに与えればよい。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1によると、調整手段によって第2の弾性部材を大幅に変位させても第1の弾性部材は僅かに変位するだけであり、第2の弾性部材の変位量に対する制振質量体の振動周波数の変化率を緩やかにすることができる。すなわち、実際の調整変位幅に対する制振質量体の振動周波数の変化を小さく抑制することができるので、制振質量体の振動周波数をより短時間で高精度に調節することができるようになる。従って、固体音を抑制するために用いるのに適している。

【0038】また、請求項2によると、最適同調型とし

て制振対象が共振状態にあるときに用いるのに適した同調型制振装置が得られる。

【0039】また、請求項3によると、制振対象の振動周波数変化に追従して第1の弾性部材の変位量を調整可能であるので、制振対象の振動周波数が変化した場合であってもその振動を自動的に低減することができる。

【0040】また、請求項4によると、小さな設置面積により制振対象の基本周波数だけでなく高調波をも低減することができる。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る同調型制振装置の概略的な平面図である。

【図2】図1のII-II線における断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る同調型制振装置において、さらばねおよびコイルばねの変位量と弾性力との関係をそれぞれ示すグラフである。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る同調型制振装置の断面図である。

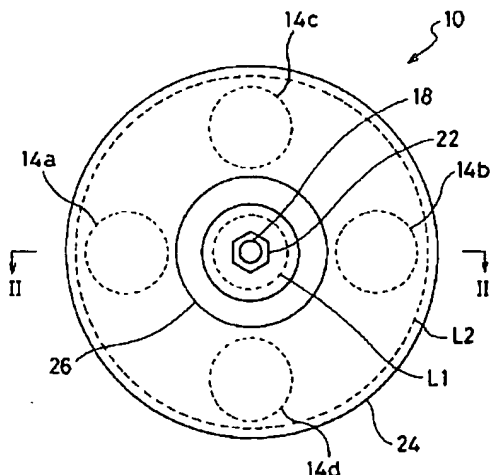
【図5】本発明の第3の実施の形態に係る同調型制振装置の断面図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態に係る同調型制振装置を含む制振システムの概略的な模式図である。

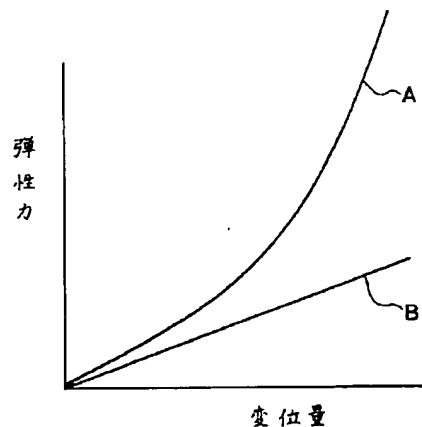
【符号の説明】

- 10 制振装置
- 12 制振質量体
- 14a～14d さらばね
- 16 基盤
- 18 支柱
- 20 ばね押さえ材
- 22 ナット
- 24 カバー材
- 28 コイルばね

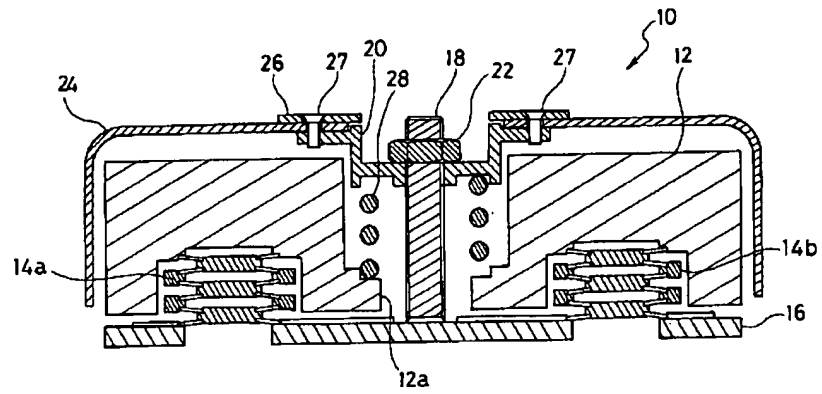
【図1】



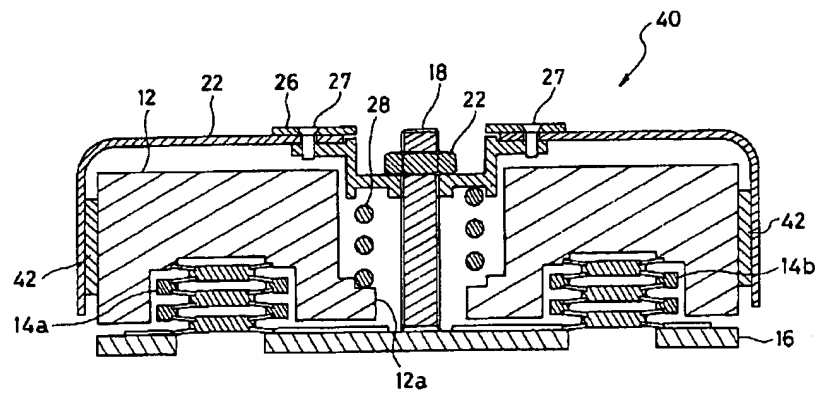
【図3】



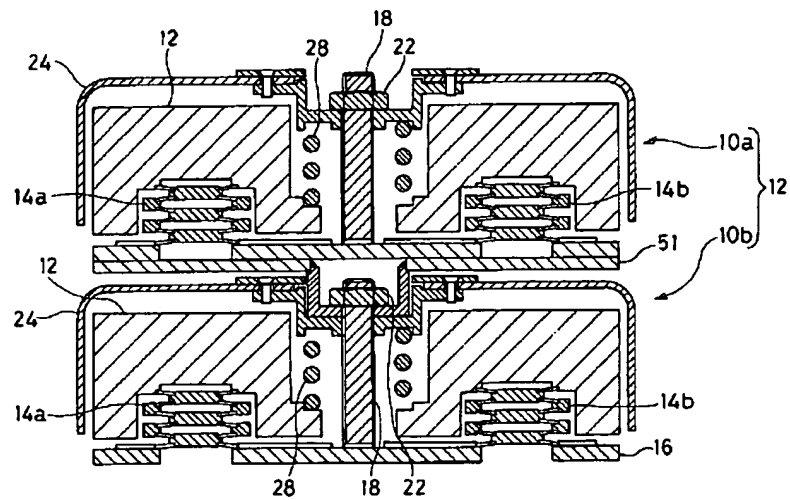
【図2】



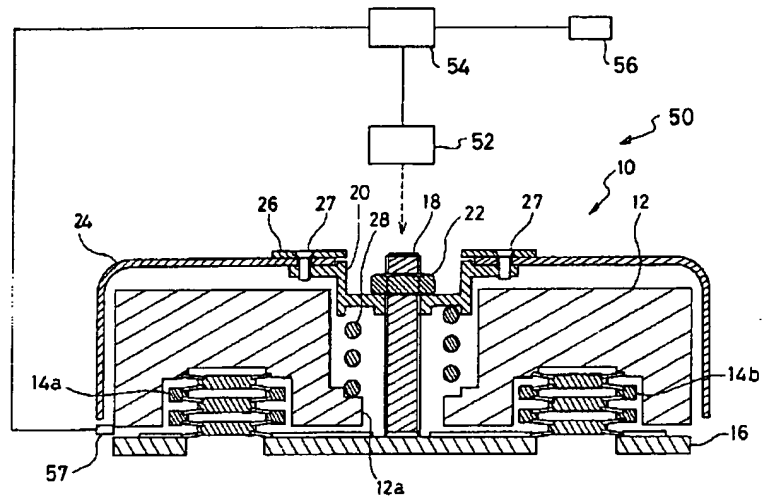
【図4】



【図5】



【図6】





DERWENT-ACC-NO: 2001-004028

DERWENT-WEEK: 200252

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Synchronization type damper device,  
has support and nut to adjust displacement of coiled  
spring of small elastic modulus in oscillation direction of  
damping mass body against springs of non-linear  
characteristics

PATENT-ASSIGNEE: TOKYO KIKI CORP[TOKKN]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0102012 (April 9, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	
LANGUAGE		MAIN-IPC	
JP 2000291725 A		October 20, 2000	N/A
007	F16F	015/02	
TW 466812 A		December 1, 2001	N/A
000	H02B	001/54	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2000291725A	N/A	
1999JP-0102012	April 9, 1999	
TW 466812A	N/A	
2000TW-0106481	April 7, 2000	

INT-CL (IPC): F16F015/02, H02B001/54

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000291725A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The damper device (10) has a damping mass (12) supported from both sides by springs (14a-14d) of non-linear characteristics and coiled spring (28)

of elastic modulus smaller than the springs to be elastically deformable in the same direction as the springs against vibration. Support (18) and nut (22) adjust amount of displacement of the spring in oscillation direction of damping mass.

USE - For suppressing the solid state noise generated by the vibration of structure such as an iron core which oscillates at a frequency twice that of power supply frequency in a transformer.

ADVANTAGE - The vibration rate and oscillation frequency of a damping mass body against the quantitative displacement of coiled spring can be made loose even when displaced greatly by adjustment mechanism since the springs are displaced only slightly. The change in oscillation frequency of the damping mass body against the actual displacement of adjustment range can be suppressed. The oscillation frequency of the damping mass body can be adjusted with high precision in short time. A solid state sound can be suppressed suitably.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the sectional view of damper device.

Damper device 10

Damping mass body 12

Springs 14a-14d

Adjustment mechanism 18,22

Coiled spring 28

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/6

DERWENT-CLASS: Q63

----- KWIC -----

Title - TIX (1):

Synchronization type damper device, has support and nut  
to adjust  
displacement of coiled spring of small elastic modulus in  
oscillation direction  
of damping mass body against springs of non-linear  
characteristics

Standard Title Terms - TTX (1):

SYNCHRONISATION TYPE DAMP DEVICE SUPPORT NUT ADJUST  
DISPLACEMENT COIL  
SPRING ELASTIC MODULUS OSCILLATING DIRECTION DAMP MASS BODY  
SPRING NON LINEAR  
CHARACTERISTIC